

증숙 및 발효한 천문동의 항균활성과 특성

이승민 · 김수인 · 강문선 · 이충렬¹ · 황대연² · 이희섭³ · 김동섭*

부산대학교 식품공학과, ¹(주)강림오가닉, ²부산대학교 바이오소재과학과, ³부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

Evaluation of Antimicrobial Activity of Steamed and Fermented *Asparagus cochinchinensis*

Seung-Min Lee, Su-In Kim, Moon-Sun Kang, Chung-Yeol Lee¹, Dae-Youn Hwang², Hee-Sup Lee³, and Dong-Seob Kim*

Department of Food Science & Technology, Pusan National University

¹Kanglim Organic Co., Ltd.

²Department of Biomaterials Science, Pusan National University

³Department of Food Science and Nutrition and Kimchi Research Institute, Pusan National University

Abstract

This study was carried out to investigate antimicrobial activity and characteristics of *Asparagus cochinchinensis* which was steamed and fermented with lactic acid bacteria. *A. cochinchinensis* was prepared to steaming process which was washed and freeze dried. *A. cochinchinensis* was steamed at 95°C for 12 h and dried by hot air at 50°C for 24 h. After steaming process, *A. cochinchinensis* was fermented with lactic acid bacteria (*Leuconostoc mesenteroides* 4395, *Lactobacillus sakei* 383 and *Lactobacillus plantarum* KCCM 11322). Ethyl acetate extracts of fermented *A. cochinchinensis* had antimicrobial activities for the respiratory disease bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*). *A. cochinchinensis* had highest antimicrobial activity for the *P. aeruginosa* which fermented with *L. mesenteroides* 4395. The minimum inhibition concentration (MIC) of *A. cochinchinensis* fermented with *L. mesenteroides* 4395 was 10 mg/mL for *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli* and 5 mg/mL for *P. aeruginosa*. The MIC of *A. cochinchinensis* fermented with *L. sakei* 383 and *A. cochinchinensis* fermented with *L. plantarum* KCCM 11322 were the same. Total sugar was decreased from 863.33±17.47 mg/mL to 722.67±5.51 mg/mL during the steaming process. But reducing sugar was increased from 99.36±1.32 mg/mL to 109.29±2.71 mg/mL during the steaming process. Total sugar was decreased to 301.50-361.42 mg/mL and reducing sugar was decreased to 27.39-62.20 mg/mL during the fermentation process.

Key words: *Asparagus cochinchinensis*, antimicrobial activity, lactic acid bacteria, fermentation

서 론

세계보건기구(WHO)에서는 대기 중에 인공적으로 반입된 물질의 농도나 지속 시간이 사람들에게 불쾌감을 유발하거나 공중보건상의 위해나 동식물의 생활을 방해하도록 되어있는 상태를 대기오염으로 정의하고 있으며 우리나라는 대기환경보전법을 통하여 대기환경을 관리·보전하고 있다. 대기환경보전법에서 대기오염 물질은 미세먼지 등의 입자상 물질과 주석, 철 등의 중금속 및 그 화합물 그리고 일산화탄소(CO), 이산화황(SO₂) 등의 가스상 물질 등으로

총 64종이 지정되어 있으며 이중 미세먼지는 직경이 10 μm이하인 먼지 입자로 직경에 따라 PM₁₀과 PM_{2.5} 등으로 구분하고 있다. 우리나라의 PM₁₀은 증감을 반복하다 2007년부터 감소하였으나 2013년부터 다시 증가하기 시작하여 이듬해에는 연간 기준치인 50 μg/m³에 가까운 49 μg/m³을 기록하였다(Hong et al., 2016). PM₁₀이 10 μg/m³ 증가할 경우 호흡기 질환으로 인한 입원이 3.2% 증가하며 PM_{2.5}가 10 μg/m³ 증가할 경우 5세 미만 영유아의 입원이 2.2% 증가하였다는 보고가 있다(Rodopoulou et al., 2014; Luong et al., 2017). 또한 미세먼지는 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기 질환과 심혈관 질환 등을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있으며 수도권의 경우 미세먼지로 인해 약 80만 명이 폐 관련 질환에 노출되는 것으로 나타났다(Song, 2016).

천문동은 중국이 원산지인 백합과의 다년생 초본식물로

*Corresponding author: Dong-Seob Kim, 1268-50, Samnangjin-ro, Cheonghak-ri, Samnangjin-eup, Miryang-si, Gyeongsangnam-do 50463, Korea
Tel: +82-55-350-5359; Fax: +82-55-350-5359
E-mail: kds@pusan.ac.kr
Received May 12, 2017; revised May 17, 2017; accepted May 17, 2017

우리나라에서는 서해안과 남해안에 분포하고 있다. 천문동의 뿌리는 한의학에서 주로 폐조건해, 해수토열, 폐옹, 인후종통 등의 호흡기 질환에 많이 이용되는 것으로 알려져 있으며 간질, 종괴 등에 기대효과가 있는 것으로 조사되었다(Choi et al., 2008; Kook, 2012). 이러한 천문동에는 asparagine, steroidal saponins, β -sitosterol 등의 유효성분이 함유되어 있는 것으로 나타났다(Kimura et al., 1996; Choo et al., 2008). Steroidal saponins은 구강염을 일으키는 *C. albicans*에 대해 항진균 효과가 있으며 폐혈증을 일으키는 *S. bovis*의 초기생장을 저해할 수 있다는 연구가 있으며 β -sitosterol의 경우 *S. aureus*에 대해 항균활성이 있는 것으로 나타났다(Wang et al., 2000; Yang et al., 2006; Saednia, et al 2014).

약용식물 중 보다 잘 알려진 인삼, 더덕, 도라지 등의 경우 최근 여러 가공처리에 따른 특성의 변화가 많이 연구되고 있다. 전통적으로 인삼의 가공에 이용해온 증숙은 최근 다양한 소재에 적용되어 흑마늘, 흑도라지 등의 제품이 판매되고 있으며 인삼은 증숙 처리를 통해서 ginsenoside Rg2, Rh1, Rh3 등의 특이성분이 크게 증가하는 것으로 나타났다(Hong et al., 2007). 젖산균을 이용한 발효의 경우 젖산균이 배양됨에 따라 항균활성 물질이 생성되는 것으로 알려졌으며 더덕의 경우 증숙과 발효를 통해서 항산화 및 항균 활성이 증가되는 것으로 확인되었다(Baek et al., 2010; Jung et al., 2012). 반면에 천문동의 경우 이러한 가공처리에 따른 특성의 변화에 대한 연구가 거의 전무한 실정으로 본 연구를 통해 천문동의 증숙 및 발효를 통한 항균활성 및 특성의 변화를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

시료 및 증숙 처리 조건

천문동은 전라도 고창의 천문농원에서 17년근을 구입하였다. 구입한 천문동은 세척 후 동결건조(FD5510S-FD5520S, Ilshinbiobase Co., Dongduchon, Korea)하여 증숙 처리하였다. 증숙 처리 조건은 추출기(Extractor, Dongnam Co., Daejeon, Korea)를 통해 95°C에서 12시간 동안 증숙한 후 50°C에서 24시간 동안 열풍 건조(JSOF-150, JS Resarch Co., Gongju, Korea)하여 50 mesh 이하로 분쇄(MF-3100S, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)한 후 사용하였다.

실험 균주

천문동의 발효 및 항균활성 측정에 사용한 균주는 본 실험실에서 분리한 균주와 한국미생물보전센터(KCCM)에서 분양받은 균주를 사용하였다. 천문동의 발효에는 본 실험실에서 분리한 *Leuconostoc mesenteroids* 4395 (Kim et al., 2011), *Lactobacillus sakei* 383 (Kim et al., 2011) 그리고 *Lactobacillus plantarum* KCCM 11322를 MRS broth

(Difco, San Jose, CA, USA)에 배양하여 실험에 사용하였다. 또한 항균활성 측정에는 호흡기 질환과 관련이 있는 것으로 알려진 균주를 사용하였다. 그람 양성균으로는 만성 부비동염에서 발견되는 *Staphylococcus aureus* KCCM 40881과 상악동염에서 발견되는 *Staphylococcus epidermidis* KCCM 35494이, 그람 음성균으로는 폐렴의 원인균으로 알려진 *Pseudomonas aeruginosa* KCCM 11328과 호흡기 질환 환자의 객담에서 나타난 *Escherichia coli* KCCM 11234을 실험에 사용하였다(Shin et al., 1991; Sohn, 1997; Chung et al., 2006; Kim et al., 2013). 항균활성 측정에 사용된 균주는 Muller Hinton broth (Difco)와 Tryptic Soy broth (Difco) 로 배양하여 실험에 사용하였다.

천문동의 발효

증숙 처리 후 분쇄한 천문동 분말 37.5 g에 증류수 250 mL를 가하여 121°C에서 20분간 멸균하였다. 젖산균은 30°C에서 계대 배양을 2회 한 후 650 nm에서 흡광도가 1.0일 때 멸균된 천문동에 각각 5% (v/v) 씩 접종하였다. 접종된 천문동은 30°C에서 48시간 동안 발효하였다.

추출물 제조

증숙 처리한 천문동의 추출물은 증숙 처리한 천문동 분말 50 g에 에틸아세테이트 500 mL를 가하여 추출하였다. 발효한 증숙 천문동의 추출물은 250 mL의 에틸아세테이트를 가하여 추출하였다. 각각의 추출은 진탕 항온수조에서 50°C, 110 rpm으로 24시간씩 총 3회 이루어졌다. 추출물은 여과(Whatman filter paper No. 2) 후 농축을 통해 일정농도로 조절하여 실험에 사용하였다.

항균활성 측정

항균활성은 agar well diffusion method를 변형하여 측정하였다(Ahmad & Beg, 2001). 각각의 균주들은 35°C에서 2회 계대 배양한 후 600 nm에서 흡광도가 0.4일 때 Muller Hinton broth Agar (0.8% agar)에 1%씩 접종한 후 petri dish에 20 mL씩 분주하였다. Plate가 실온에서 응고되면 pasteur pipette을 이용하여 6 mm 직경의 well을 만든 후 추출용매인 negative control과 일정 농도의 추출물을 70 μ L 주입하였다. 35°C에서 일정시간 배양한 plate는 well 주위의 성장 저해환의 직경(mm)을 측정하여 비교하였으며 이어지는 모든 실험은 3회 반복한 결과를 평균과 표준편차로 나타내었다.

최소저해농도 측정

증숙 후 발효한 천문동 추출물의 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration)는 항균활성 측정과 동일한 방법으로 측정하였다. 추출물을 일정 농도로 조성하여 well에 70 μ L씩 주입한 후 35°C에서 일정시간 배양하여 성장 저해환

의 직경이 8 mm 이상을 최소저해농도로 정하였다(Choe & Kang, 2014; Yoo et al., 2005).

pH 및 산도 측정

증숙한 천문동 분말 17.25 g을 증류수 125 mL에 첨가하여 121°C에서 20분간 멸균한 후 젖산균을 각각 5% (v/v) 씩 접종하여 30°C에서 발효하였다. 접종 후 0, 12, 24, 36, 48, 72, 96시간마다 pH와 산도를 측정하였다. 산도는 발효한 증숙 천문동 10 mL에 증류수를 10 mL 혼합한 후 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 측정하였다. 적정에 사용된 0.1 N NaOH 양을 다음과 같은 식을 통하여 젖산의 산도로 계산하였다.

$$\text{Acidity (\%)} = \frac{0.009 \times \text{Consumption of 0.1 N NaOH (mL)} \times \text{Factor} \times \text{Dilution rate}}{\text{Volume of sampe (mL)}} \times 100$$

수분 및 조회분 함량 측정

증숙 후 발효한 천문동의 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조회분은 직접회화법(AOAC, 1995)을 통하여 측정하였다.

총당 및 환원당 측정

총당은 동결건조한 시료 0.2 g에 증류수 9 mL와 25% HCl 1 mL를 첨가하여 2시간 동안 95°C에서 산분해시킨 후 여과(Whatman filter paper No. 2)하였다. 각 여액 0.5 mL에 5% phenol 0.5 mL와 진한 황산 2.5 mL를 가하여 15분간 반응시킨 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다.

환원당은 동결건조한 시료 4 g에 증류수 100 mL를 가한 후 30°C, 120 rpm으로 2시간 동안 교반하였다. 교반이 끝난 시료는 10% trichloroacetic acid (v/v)를 소량 첨가한 후 15분간 정치하여 단백질을 침전시켜 여과(Whatman filter

paper No. 2)하였다. 각 여액 0.5 mL에 3,5-dinitrosalicylic acid 시약을 1.5 mL 넣고 90°C에서 10분간 수욕시킨 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 3회 반복하여 결과를 평균과 표준편차로 표기하였다.

결과 및 고찰

증숙 후 발효한 천문동의 항균활성

증숙 후 젖산균으로 발효한 천문동의 에틸아세테이트 추출물의 항균활성을 Table 1에 나타내었다. 추출물 농도 25 mg/mL에서도 본 실험에 사용된 모든 호흡기 질환 관련 미생물에 대해 성장 저해환을 확인할 수 있었다. 천문동을 증숙하지 않고 젖산균으로 발효한 선행 연구에서 천문동 추출물의 경우 25 mg/mL 농도에서 *S. aureus*와 *P. aeruginosa*에 대한 항균활성이 나타나지 않았으나 증숙 후 발효한 천문동 추출물의 경우 성장 저해환이 나타났으며 특히 *P. aeruginosa*에 대해 가장 높은 항균활성을 나타내었다(Fig. 1). *S. epidermidis*의 경우 100 mg/mL 농도에서 ESAM이 18 mm 직경의 성장 저해환을 나타내 다른 젖산 발효 추출물의 14.17-15.33 mm에 비해 높은 항균활성을 나타냈다. 본 실험 결과에서 천문동은 증숙 후 발효를 하였을 때 항균활성이 개선된 것으로 나타났으며 이는 증숙을 통해 항균활성이 있는 것으로 보고된 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 증가되었기 때문인 것으로 판단된다(Alvarez-Suarez et al., 2010; Lee et al., 2013). 유사 실험에서 도라지의 증숙을 통해 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 증가하였으며 항균활성 또한 개선된 것으로 보고된 바 있다(Lee et al., 2013; Kim et al., 2016).

최소저해농도

증숙 후 젖산균으로 발효한 천문동의 에틸아세테이트 추출물의 최소저해농도를 측정하였다(Table 2). 실험에 사용

Table 1. Antimicrobial activity of steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with lactic acid bacteria

Extracts	Concentration (mg/mL)	Inhibition zone			
		<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>
ESAM ¹⁾	25	+	++	++	+
	50	++	++	+++	+++
	100	++	+++	+++	+++
ESAS ²⁾	25	+	++	++	++
	50	+	++	+++	+++
	100	++	+++	+++	+++
ESAP ³⁾	25	+	++	++	+
	50	++	++	+++	++
	100	++	+++	+++	++

+: 6-10 mm, ++: 10-14 mm, +++: over than 14 mm

¹⁾ESAM: Steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with *L. mesenteroides* 4395

²⁾ESAS: Steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with *L. sakei* 383

³⁾ESAP: Steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with *L. plantarum* KCCM 11322

한 모든 젖산균 발효 천문동 추출물이 10 mg/mL의 추출물 농도에서 직경 8 mm 이상의 성장 저해환을 나타냈으며 *P. aeruginosa*는 5 mg/mL의 추출물 농도에서 각각 8.33-8.58 mm 직경의 성장 저해환을 나타내었다. 선행 연구에서 ESAM과 같은 젖산균으로 발효한 천문동 에틸아세테이트 추출물의 경우, *E. coli*에 대한 최소저해농도가 25 mg/mL 였으나 증숙 후 발효하였을 때 최소저해농도가 10 mg/mL 로 낮아진 것으로 나타났다.

pH 및 산도 변화

증숙 후 발효한 천문동의 pH와 산도는 Fig. 2에서 나타내었다. *L. mesenteroides* 4395와 *L. sakei* 383은 접종 후

12시간이 되었을 때 pH 3.55-3.58까지 감소한 뒤 96시간 까지 큰 변화가 없었으나 *L. plantarum* KCCM 11322의 경우 24시간이 되어서야 pH 3.58로 감소하였다. 산도의 경우 *L. mesenteroides* 4395가 접종 후 12시간이 되었을 때 2.20±0.05%로 *L. plantarum* KCCM 11322의 1.57±0.05% 보다 높은 산도를 나타내었다.

수분 및 회분 함량

증숙 후 발효한 천문동의 수분 및 회분 함량은 Table 3 를 통하여 나타내었다. 발효한 증숙 천문동의 수분 함량은 86.28-86.43%로 발효 전 보다 약 5% 내외 정도 감소한 것으로 나타났다. 조회분 함량은 0.89-0.92%로 발효 전과 후

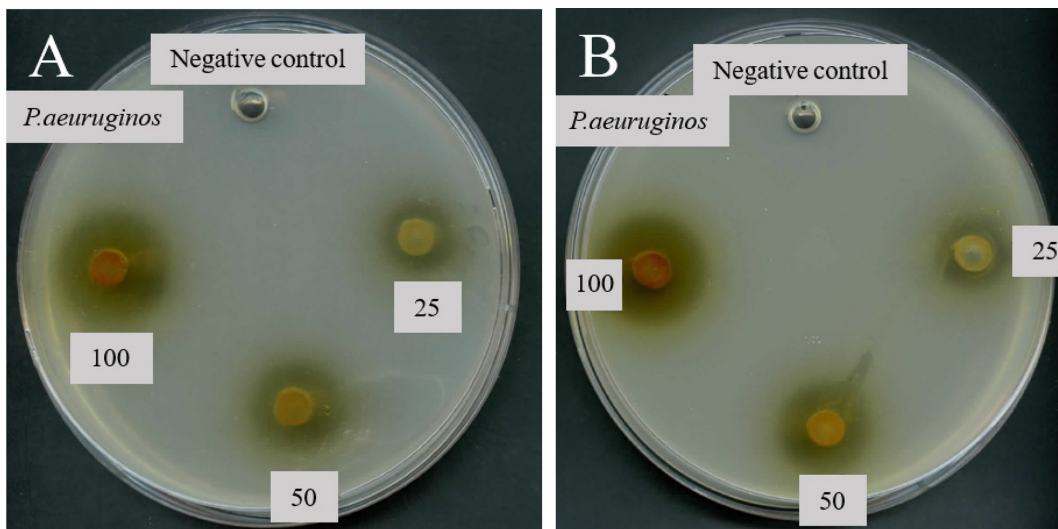


Fig. 1. Antimicrobial activities of ethyl acetate extracts of *A. cochinchinensis* steamed and fermented with lactic acid bacteria. A: Antimicrobial activity of ESAM, B: Antimicrobial activity of ESAP, Concentration of the 25, 50, 100 mg/mL.

Table 2. Minimum inhibitory concentration of steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with lactic acid bacteria

(Unit : mm)

Extracts	Strains	Concentration (mg/mL)				
		20	10	5	2.5	1.25
ESAM	<i>S. aureus</i>	9.08±0.38	8.33±0.29	7.67±0.29	7.00±0.43	-*
	<i>S. epidermidis</i>	8.92±0.14	8.07±0.40	7.5±0.50	6.67±0.58	-
	<i>P. aeruginosa</i>	9.83±0.58	8.83±0.14	8.33±0.29	6.67±0.29	-
	<i>E. coli</i>	10.50±0.87	8.67±0.77	7.33±0.29	6.50±0.50	-
ESAS	<i>S. aureus</i>	8.75±0.43	8.33±0.58	7.83±0.29	6.75±0.25	-
	<i>S. epidermidis</i>	8.83±0.29	8.42±0.38	7.33±0.58	-	-
	<i>P. aeruginosa</i>	11.17±0.29	9.33±0.76	8.33±0.58	6.83±0.29	-
	<i>E. coli</i>	9.67±0.58	8.25±0.43	7.17±0.29	6.67±0.29	-
ESAP	<i>S. aureus</i>	9.33±0.58	8.67±0.29	7.83±0.29	7.33±0.29	-
	<i>S. epidermidis</i>	9.67±0.29	8.33±0.29	7.67±0.29	7.17±0.29	-
	<i>P. aeruginosa</i>	11.92±0.38	9.33±0.58	8.58±0.52	7.33±0.58	-
	<i>E. coli</i>	9.50±0.50	8.67±0.29	7.50±0.50	6.50±0.50	-

* -: not detected, Mean±SD (n=3)

¹⁾ESAM: Steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with *L. mesenteroides* 4395

²⁾ESAS: Steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with *L. sakei* 383

³⁾ESAP: Steam pretreated *A. cochinchinensis* fermented with *L. plantarum* KCCM 11322

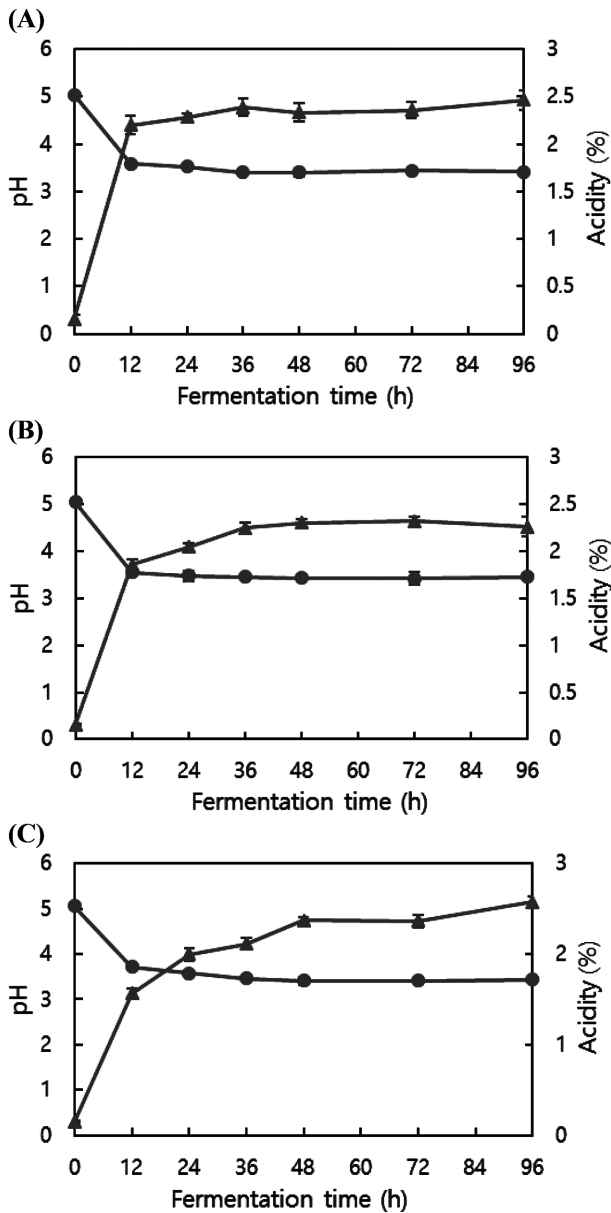


Fig. 2. pH and acidity of *A. cochinchinensis* steamed and fermented with lactic acid bacteria. ●: pH, ▲: Acidity, A: Steamed *A. cochinchinensis* fermented with *L. mesenteroides* 4395, B: Steamed *A. cochinchinensis* fermented with *L. sakei* 383, C: Steamed *A. cochinchinensis* fermented with *L. plantarum* KCCM 11322.

가 큰 차이를 나타내지 않았다.

총당 및 환원당 분석

증숙 후 발효한 천문동의 총당 및 환원당 분석 결과는 Table 4로 나타내었다. 증숙 처리 후 총당이 863.33 mg/mL에서 722.67 mg/mL로 감소하였으며 발효 후 301.50-361.42 mg/mL로 감소하였다. 환원당은 증숙 처리 후 99.36 mg/mL에서 109.29 mg/mL로 증가하였으며 발효 후 27.39-62.20 mg/mL로 감소하였다. 총당의 경우 우영의 증진을 반

Table 3. Moisture and crude ash content of *A. cochinchinensis* during steaming and fermentation process (Unit : %)

Treatment	Moisture	Crude ash
NS-NF ¹⁾	90.88±0.04	0.90±0.08
S-NF ²⁾	90.16±0.09	0.89±0.10
S-FM ³⁾	86.28±0.15	0.91±0.08
S-FS ⁴⁾	86.43±0.23	0.92±0.07
S-FP ⁵⁾	86.42±0.09	0.89±0.03

Mean±SD (n=3)

¹⁾NS-NF: Non steamed and non fermented *A. cochinchinensis*

²⁾S-NF: Steamed and non fermented *A. cochinchinensis*

³⁾S-FM: Steamed and fermented with *L. mesenteroides* 4395

⁴⁾S-FS: Steamed and fermented with *L. sakei* 383

⁵⁾S-FP: Steamed and fermented with *L. plantarum* KCCM 11322

Table 4. Total sugar and reducing sugar in *A. cochinchinensis* (Unit : mg/mL)

Treatment	Total sugar	Reducing sugar
NS-NF	863.33±17.47	99.36±1.32
S-NF	722.67± 5.51	109.29±2.71
S-FM	301.50±15.22	27.39±5.03
S-FS	329.42±13.19	47.96±1.80
S-FP	361.42±14.75	62.20±1.43

Mean±SD (n=3)

¹⁾NS-NF: Non steamed and non fermented *A. cochinchinensis*

²⁾S-NF: Steamed and non fermented *A. cochinchinensis*

³⁾S-FM: Steamed and fermented with *L. mesenteroides* 4395

⁴⁾S-FS: Steamed and fermented with *L. sakei* 383

⁵⁾S-FP: Steamed and fermented with *L. plantarum* KCCM 11322

복하였을 때 함량의 감소가 나타났다는 연구 결과가 있으며 이는 수용성 당이 수증기를 통해 유출되어 손실된 것으로 판단된다(Lee et al., 2015). 환원당의 경우 수삼의 증진을 반복하였을 때 초기에는 환원당이 증가하다 이후 감소하였다는 보고가 있으며 발효 후 총당과 환원당의 감소는 김치의 발효 과정에서 당이 감소한다는 보고가 있어 젖산균의 생육과 대사산물의 생성에 당이 사용된 것으로 생각된다(Song & Kim, 1991; Hong et al., 2007). 천문동은 본래 달고 쓴맛을 지녔다고 알려졌으나 증숙 후 발효를 통해 당의 감소와 젖산의 증가가 일어나 쓴맛과 신맛이 부각되었다(Shin et al., 2010). 증숙한 천문동의 발효액을 제품화할 경우 제품소비의 확대를 위해 맛을 조절 할 필요가 있다고 판단된다(Kim et al., 2014).

요 약

본 연구에서는 증숙처리 후 발효를 통해 천문동 에틸아세테이트 추출물의 항균활성이 증가하는지 알아보려고 하였다. 선행연구에서 *S. aureus*와 *P. aeruginosa*에 대한 항균활성이 나타나지 않았던 *L. plantarum* KCCM 11322로 발효한 천문동의 경우 증숙 처리 후 발효를 하였을 때 25 mg/mL 추출물 농도에서 성장 저해환이 나타났다. 증숙 후

발효한 천문동의 최소저해농도를 측정한 결과 선행연구에서 *L. mesenteroides* 4395로 발효한 천문동 추출물의 경우 최소저해농도가 25 mg/mL였으나 증숙 처리 후 발효시 10 mg/mL인 것으로 나타났다. *P. aeruginosa*에 대한 최소저해농도는 증숙 처리 후 발효하였을 때 모든 추출물이 5 mg/mL인 것으로 나타났다. 이를 통해 천문동을 증숙 처리 후 발효를 하면 증숙 처리 하지 않고 발효한 천문동 보다 항균활성이 개선될 수 있을 것으로 사료되며 이는 증숙 처리를 통해 항균활성이 있는 것으로 보고된 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 총당의 경우 증숙 처리시 감소되는 것으로 나타났고 환원당의 경우 증숙 처리를 통해 증가한 것으로 나타났다. 발효 후 총당과 환원당은 모두 크게 감소하여 젖산균의 발효를 통해 당이 소비된 것으로 사료된다. 발효에 따른 pH 및 산도의 변화는 *L. plantarum* KCCM 11322로 발효하였을 때 *L. mesenteroides* 4395와 *L. sakei* 383로 발효한 것 보다 완만하게 변화하였으며 수분 및 회분은 발효균주에 따른 차이가 나타나지 않았다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품 기술기획평가원(관리번호: 114034-03)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Diaz D, Estevez Y, Romandini S, Giampieri F, Damiani E, Astolfi P, Bompadre S, Battino M. 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *FCT*. 48: 2490-2499
- AOAC. 1995, Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- Baek H, Ahn HR, Cho YS, Oh KH. 2010. Antibacterial effects of *Lactococcus lactics* HK-9 isolated from feces of a new born infant. *Korean J. Microbiol.* 46: 127-133.
- Çapraz Ö, Deniz A, Doğan, N. 2017. Effects of air pollution on respiratory hospital admissions in Istanbul, Turkey, 2013 to 2015. *Chemosphere* 181: 544-550.
- Ahmad I, Beg AZ. 2001. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medical plants against multi-drug resistant human pathogens. *J. Ethnopharmacol.* 74: 113-123.
- Choi GY, Yoon TS, Choo BK, Moon BC, Chae SW, Kim HK. 2008. Study on the expected efficacies of the *Asparagi Tuber* by analysis of single-medicine prescriptions on the Korean medicinal literatures. *J. Oriental Med.* 14: 59-66.
- Choi SB, Kang ST. 2014. Investigation of antimicrobial activity and stability of *Orixa japonica* Thunb. Leaf extract. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 46: 39-43.
- Choo BK, Moon BC, Yoon TS, Lee AY, Chun JM, Kim HK. 2009. Ecological characteristics of the *Asparagus cochinchinensis* (Lour.) Merr. population in South Korea. *J. Medicinal Crop Sci.* 17: 125-132.
- Chung SW, Kang HJ, Lee SH, Lee HM. 2006. Microbiology of chronic maxillary sinusitis in children. *J. Otolaryngol.* 49: 499-503.
- Hong HD, Kim YC, Rho JH, Kim KT, Lee CY. 2007. Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C. A. Meyer during repeated steaming process. *J. Ginseng Res.* 31: 222-229.
- Jang AS. 2014. Impact of particulate matter on health. *J. Korean Med Assoc.* 57: 763-768.
- Jung LS, Yoon WB, Park SJ, Park DS, Ahn JH. 2012. Evaluation of physicochemical properties and biological activities of steamed and fermented Deodeok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J. Food. Sci. Technol.* 44: 135-139.
- Kim PH, Kim MJ, Kim JH, Lee JS, Kim KH, Kim HJ, Jeon YJ, Heu MS, Kim JS. 2014. Nutritional and physiologically active characterizations of the sea squirt *Halocynthia roretzi* sikhae and the seasoned sea squirt. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 47: 1-11
- Kim RU, Ahn SC, Yu SN, Kim KY, Seong JH, Lee YG, Kim HS, Kim DS. 2011. Screening and identification of soy curd-producing lactic acid bacteria. *J. Life Sci.* 21: 235-241.
- Kim SI, Lee SM, Lee CY, Son HJ, Hwang DY, Lee HS, Kim DS. 2016. Antimicrobial activity and characteristics of *Asparagus cochinchinensis* fermented with lactic acid bacteria. *Food Eng. Prog.* 20: 278-284.
- Kim TH, Cho KP, Lee JS, Woo YM, Seong JS, Noh CS. 2013. Differences in bacterial species and their resistance rates based on sputum cultures between tertiary hospitals and smaller medical institutions. *EMJ.* 36: 126-131.
- Kimura T, But PPH, Sung CK, Han BH. 1996. International Collation of Traditional and Folk Medicine: Northeast Asia-Part 1. World Scientific, Singapore, pp. 174-175
- Kook YB. 2012. Applications of prescriptions including *Asparagi radix* and *Liriodopsis tuber* in Dongeuibogam. *Herbal Formula Sci.* 20: 88-99.
- Kwak HM, Kim JY, Chung SK, Kwon SH, Jeong HH, Hur JM, Song KS. 2005. Changes in chemical composition and biological activities of oriental crude drugs by food processing techniques III - changes of HMF contents from roasted *Asparagi tuber*. *Korean J. Pharmacogn.* 36: 235-239.
- Lee GY, Son YJ, Jeon YH, Kang HJ, Hwang IK. 2015. Changes in physicochemical properties and sensory characteristics of Burdock (*Arctium lappa*) during repeated steaming and drying procedures. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 336-334.
- Lee SM, Bae BS, Park HW, Ahn NG, Cho BG, Cho YL, Kwak YS. 2015. Characterization of Korean red ginseng (*Panax ginseng* Meyer): History, preparation method, and chemical composition. *J. Ginseng Res.* 39: 384-391.
- Lee SJ, Hong JY, Kwon OJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of black Doraji (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J. Food Preserv.* 20: 510-517.
- Luong LMT, Phung D, Sly PD, Morawska L, Thai PK. 2017. The association between particulate air pollution and respiratory admissions among young children in Hanoi, Vietnam. *Sci. Total Environ.* 578: 249-255.
- Hong YD, Lee DW, Jung HJ, Park JH, Kang SY, Jung DH, Park SM, Park, YS, Lee SH, Han YJ. Annual report of air quality in Korea, 2015. Available from: <http://library.me.go.kr/search/DetailView.ax?5618423>. Accessed Apr. 28. 2016.

- Ristovski ZD, Miljevic B, Surawski NC, Morawska L, Fong KM, Goh F, Yang I. A. 2012. Respiratory health effects of diesel particulate matter. *Respirology* 17: 201-212.
- Rodopoulou S, Chalbot MC, Samoli E, Dubois DW, Flippo BDS, Kavouras IG. 2014. Air pollution and hospital emergency room and admissions for cardiovascular and respiratory disease in Doña Ana County, New Mexico. *Environ. Res.* 129: 39-46.
- Saeidnia S, Manayi A, Gohari AR, Abdollahi M. 2014. The story of beta-sitosterol- A review. *European J. Med. Plant.* 4: 590-609.
- Shin DH, Kang KS, Lee JY, Jeong DY, Han GS. 2010. On chemical characteristics of sour Doenjang (Fermented soybean paste). *J. Fd. Hyg. Safety.* 25: 360-366
- Shin JS, Kim MH, Nam YT. 1991. Incidence and etiology of pneumonia acquired during mechanical ventilation. *Korean J. Anesthesiol.* 24: 1098-1103.
- Sohn KC. 1997. Otitis media and sinusitis. *Pediatr.* 40: 1501-1507.
- Song CK, 2016. Status of particulate matter and countermeasures. *KOSHAM.* 16: 44-49
- Song TH, Kim SS. 1991. A study on the effect of ginseng on quality characteristics of kimchi. *Korean J. Soc. Food Sci.* 7: 81-88.
- Tao Y, Mi S, Zhou S, Wang S, Xie X. 2014. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in Lanzhou, China. *Environ. Pollut.* 185: 196-201.
- Wang Y, McAllister TA, Yanke LJ, Cheeke PR. 2000. Effect of steroidal saponin from *Yuca schidige* extract on ruminal microbes. *J. Appl. Microbiol.* 88: 887-896.
- Yang CR, Zhang Y, Jacob MR, Khan SI, Zhang YJ, Li XC. 2006. Antifungal activity of C-27 steroidal saponins. *Antimicrob. Agents Chemother.* 50: 1710-1714.
- Yoo MY, Jung YJ, Yang JY. 2005. Antimicrobial activity of herb extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 1130-1135.